Une zone grise dans le dopage des sportifs : les substances ergogènes.

Laurent Rivier, Dr. ès Sc.

Scientific Consulting

Place de l' Europe 7, 1003 Lausanne, Suisse

e-mail : info@rivier-consulting.com

site internet : http://www.rivier-consulting.com

" La tendance consiste de plus en plus à essayer tout ce qui n'est pas interdit, au lieu de prendre le moins de choses possible "

Heike Henkel, ancienne championne olympique - déclaration à la presse, août 1999

Introduction.

La physiologie de l'exercice, la médecine sportive, la psychologie du sport ont permis d'améliorer les performances sportives à un point tel, qu'il n'est pas surprenant d'avoir la tentation de manipuler les performances athlétiques grâce à des substances pharmaceutiques, pour procurer ce petit plus tant désiré. Cette démarche est sans égard pour l'éthique sportive et médicale. Dans certains pays comme la France, elle est aussi contraire à la Loi. Les cas récents d'athlètes prestigieux rattrapés par le dopage démontrent à l'envi qu'on ne joue pas impunément avec les produits pharmacologiquement actifs aussi anodins qu'ils puissent paraître. A côté des produits dopants classiques et maintenant connus de tous, figurent toute une série de substances tirées de notre alimentation ou nutraliments. Lorsqu'elles sont issues de la pharmacopée, elles portent le nom évocateur de produits " ergogènes " (du grec " ergon ", l'énergie et " genos ", l'origine). De par son éthymologie, l'ergogène est une substance susceptible d'améliorer les performances

physiques ou intellectuelles. Mon propos est de faire dans un premier temps l'inventaire sommaire des substances ergogènes que tout le monde peut rencontrer dans son entourage et qui peuvent avoir une éventuelle influence sur la performance sportive. Ensuite, je tenterai d'exposer la raison pour laquelle il me semble erroné de s'adonner à la consommation de tels produits pour terminer sur des notions élémentaires de protection de la santé – et celle des jeunes en particulier – pour laquelle nous devrions nous mobiliser encore plus souvent.

Le dopage sportif.

Plusieurs définitions sont envisagées : une d'entre elles pourrait être libellée comme suit : le dopage est l'utilisation de produits ou de méthodes permettant d'obtenir un avantage sur les autres compétiteurs en dehors de ses mérites propres naturellement acquis. Il contrevient à l'éthique du sport et des sciences médicales.

Si l'égalité des chances des compétiteurs doit se mesurer sur les mérites naturels et individuels et non pas sur l'efficacité de telle ou telle molécule ou le succès de tel ou tel traitement, la pratique du sport, même au plus haut niveau de compétition devrait rester fondamentalement saine. Fort est de constater que ce n'est malheureusement plus toujours le cas. L'efficacité du dopage n'est plus à démontrer, mais cette efficacité est le plus souvent dose-dépendante, amenant les utilisateurs à consommer ces produits à des doses sans commune mesure avec celles que la médecine conventionnelle prescrit. Les régimes avoués de certains athlètes atteignent voire dépassent souvent 50 à 100 fois les doses thérapeutiques. Combien de sportifs dopés ont payé par la maladie ou la mort précoce l'usage excessif de dopants. Il s'agit aujourd'hui d'un problème qui ne touche pas uniquement les milieux sportifs de pointe et leur entourage, à cause de son caractère éminemment exemplaire, mais toute la société [1,2,3].

Les substances ergogènes.

Si l'interdiction des anabolisants et autres substances dopantes " dures " est claire, la situation se complique avec les substances ergogènes. Par définition, ces substances agiraient en permettant le renouvellement ou l'augmentation– souvent au niveau des cellules musculaires elles-mêmes – des réserves énergétiques. Si l'organisme est fortement sollicité – comme c'est le cas lors d'un effort physique intense – les réactions biochimiques qui entrent dans la fourniture d'énergie cellulaire – seront alors facilitées par rapport à la normale et pourront ainsi durer plus longtemps. Globalement ces molécules viseraient aussi à combler ou prévenir un déficit, d'où l'autre appellation de complément nutritionnel que le grand public leur donne souvent [4].

Les substances ergogènes ne figurent pas (encore ?) sur la liste des produits défendus du C.I.O.. Elles sont licites dans la plupart des pays car ne présentant que peu de danger en cas de surdosage. Ces produits sont généralement en vente libre chez nous, aux Etats-Unis, de même que dans de nombreux autres pays. De la publicité pour un certain nombre de produits " exotiques " a fleuri dans les journaux et sur Internet, souvent avec l'appui de stars du sport elles-mêmes. La créatine, la L-carnithine, la mélatonine, l'éphédrine ou la DHEA sont des exemples récents qui complètent toute la gamme bien connues des diverses préparations classiques de ginseng. De toute cette panoplie de substances ergogènes, seules quelques unes ont fait l'objet d'études scientifiques relatives aux efforts physiques.

La créatine

Naturellement présente dans l'alimentation, et en particulier dans la viande, elle est synthétisée par notre organisme à partir de trois acides aminés : la glycine, l'arginine et la méthionine. L'essentiel de la créatine se trouve dans les muscles sous forme de créatine-phosphate et joue un rôle important de substrat pour la contraction des fibres rapides lors d'efforts violents et

explosifs. La réaction créatine + ATP égal créatine phosphate + ADP est réversible et marche dans un sens ou l'autre selon le repos ou l'activité musculaire. C'est l'hydrolyse de l'ATP par la myosine qui fournit l'énergie nécessaire à la contraction musculaire. Il est donc logique de penser qu'un enrichissement du sang et des muscles en créatine circulante, par apport extérieur artificiel, favorise la contraction musculaire. Greenhaff de l'Institut Karolinska à Stockholm consacra avec ses collaborateurs des études de complémentations de l'ordre de 20 gramme de créatine par jour. Ces doses correspondent à la teneur en créatine de 4 kg de viande [5]. Le caractère peu naturel de ce traitement est critiquable d'autant plus que l'organisme est très rapidement saturé et que la grande majorité de la créatine absorbée est tout simplement éliminée en passant directement dans les urines. Or, le souci d'obtenir rapidement des résultats est à l'origine de ces méga-doses proposées actuellement. Maughan minimise les effets réels de la créatine, surtout chez les sportifs bien entraînés, où les réserves endogènes initiales sont élevées [6]. Les études montrent en effet une amélioration sur les performances ainsi qu'une prise de poids correspondant souvent à une simple rétention d'eau. L'augmentation ne dépasse guère 1,5 voire 2 kilos dans le cas d'une prise massive et chronique. Aujourd'hui, il semble suffisant d'ingérer 0.5 à 1 gramme en plusieurs doses prises lors des repas (pourquoi pas un bon steak ou quelques harengs ?). Ce type de régime permettrait d'améliorer des efforts courts et répétés et aussi d'augmenter la prise de poids. L'interdiction de ce produit est envisagée de plus en plus sérieusement et notre laboratoire a étudié son influence sur les tests de détection du dopage. En effet, la créatine pourrait présenter l'avantage pour les tricheurs de perturber la mesure de la densité. Cette valeur dépend de l'élimination de créatinine et de sels dans les urines à tester et le laboratoire va adapter sa procédure selon cette densité. En consommant de la créatine aux doses excessives recommandées pour espérer un effet sur la performance, les urines seront plus concentrées qu'elles ne le sont normalement. On bénéficierait ainsi d'une plus grande tolérance pour tous les produits interdits liés au franchissement d'un seuil de concentration (caféine, par exemple).

L'apparition récente de trop nombreux cas de détection de métabolites de la nandrolone a suggéré à certains que les préparations d'additifs nutritionnels comme la créatine offertes sur le marché

pouvaient présenter une pureté douteuse. En réalité, ces produits proviennent le plus souvent de laboratoires périphériques où les critères de bonne manufacture et les contrôles de qualité ne sont pas intégrés. Il ressort que plusieurs de ces préparations ne contiennent pas ce que l'étiquette prétend et/ou que le produit est contaminé par une fraction significative d'une autre substance pharmacologiquement active interdite. D'autres produits ergogènes semblent présenter aujourd'hui des adultérations du même type.
Enfin, la créatine commerciale a le plus souvent une origine floue. Il n'est pas exclu qu'elle puisse avoir été extraite de viandes rejetées, pourquoi pas de celles contaminées par les prions de la " vache folle "!

La caféine

La caféine appartient à la famille des xanthines. Cet alcaloïde, présent dans le café, le thé, le maté et la guarana à des taux sensiblement différents, est un stimulant du système central, donc considéré comme dopant. Ses effets sur la santé sont nombreux et différemment ressentis. La caféine agit rapidement et, à petites doses, stimule le système nerveux en améliorant les facultés intellectuelles. Elle produit également une vasodilatation des coronaires dont bénéficie le cœur. Comme on la retrouve dans de nombreuses préparations alimentaires industrielles, il est toléré un taux minimal dans les urines arrêté à 12 µg/ml. Ce seuil correspond à la prise d'environ 5 cafés expresso pris d'un coup ou 2 litres de Coca Cola (cf. tableau 1)

Tableau 1 : Teneur en caféine de diverses préparations alimentaires (adapté de [3])

Produit	Portion	Teneur (mg)
Café		
Filtre	150 ml	100 - 150
En poudre, Instantané	150 ml	60 - 100

Expresso	60 ml	100
Décaféiné	150 ml	inférieur à 5
Thé (infusé pendant 1 à 5 minutes)		
En sachet, noir	150 ml	30 à 50
En sachet, vert	150 ml	15 à 30
En vrac	150 ml	20 à 150
Chocolat		
Lait chocolaté	240 ml	5 - 20
Tablette au lait	30 g	6
Noir, pour pâtisserie	30 g	20
Boissons rafraîchissantes		
Coca Cola (suivant le pays de fabrication)	360 ml	30 - 70
Pepsi Cola	360 ml	35 - 50
Isostar avec effet activator	85 g de poudre pour 1 litre de boisson	150
Plus de 80 préparations pharmaceutiques contiennent de la caféine (seule ou en association avec d’autres principes actifs)		

Dans la pratique du sport, la caféine présente des avantages pour les pratiquants des disciplines d'endurance. Elle facilite l'utilisation des graisses à l'effort et permet ainsi d'économiser le glycogène. A forte dose, elle provoque de la tachycardie, des tremblements, de l'angoisse, des troubles du rythme, de l'insomnie, toutes choses qui pour un sportif, annulent totalement ses effets positifs. L'accoutumance et la dépendance à la caféine limitent en plus l'intérêt pour ce produit et explique aussi en partie pourquoi il est toujours sur la liste des produits interdits. Une grande latitude de concentrations existe aussi parmi les différentes préparations et la bio-disponibilité de la caféine diffère si elle est ingérée à l'état libre ou non. D'où la différence d'effets constatée entre la prise de café et celle d'une préparation contenant de la caféine synthétique pure. Les médicaments contenant de la caféine en plus d'une autre substance active – et ils sont nombreux – sont particulièrement à éviter si on veut rester au-dessous de la limite admise.

Le cas de l'Isostar, nouvelle formule, démontre une banalisation certaine de l'utilisation de substances ergogènes. Comme on le sait, cette boisson isotonique est recommandée aux sportifs pour permettre l'hydratation optimale du corps avant, pendant et après l'effort. Initialement, elle ne contenait pas de caféine, alors que sa nouvelle formulation 150 mg/l. Selon ses fabricants, “ Isostar ne stimule pas seulement les performances physiques, mais aussi les facultés mentales. ” Il agit immédiatement car il fournit rapidement du liquide et de l'énergie. Son mode d'emploi recommande de boire Isostar immédiatement avant l'effort physique, ainsi que 150 – 200 ml toutes les 15 – 20 minutes pendant l'effort. Si ce dernier dure 2 heures et que l'on suivait à la lettre ces recommandations, le sportif absorberait près de 1,5 litres de boisson isotonique, et avec cela plus de 200 mg de caféine. Les doses ergogènes efficaces se situent autour de 3 mg/kg corporel [6]. On constate que les recommandations des fabricants d'Isostar se trouvent dans cette marge. Au dessus de 9 mg/kg, les consommateurs se trouvent dans un état d'overdose s'accompagnant d'une chute de l'endurance et de la concentration. Nous constatons également que pour une même dose de 200 mg de caféine, et selon le poids corporel de l'athlète, cette dose suffirait à dépasser le seuil toléré. Il faut être donc particulièrement attentif auprès des enfants et les jeunes.

Les bicarbonates

Les bicarbonates font partie de l'attirail de beaucoup d'entraîneurs, surtout dans le domaine des sports équestres. L'idée est d'accroître l'effet tampon de l'organisme, de retarder l'apparition de la fatigue musculaire par élévation du pH musculaire et de neutraliser ainsi la production d'ions hydrogènes et d'acide lactique provenant de l'effort.

La production d'acide lactique dépend de plusieurs variables dont la capacité aérobie et la quantité de glycogène stocké. Il semble que les conditions permettant au bicarbonate d'agir de façon ergogène lors d'une performance sportive soient difficilement identifiables. Cette procédure est consacrée par l'expression " alcalinisation avant l'effort ". Elle est interdite dans les sports équestres mais pas explicitement dans les sports humains.

Les bicarbonates peuvent se prendre sous forme dissoutes dans de l'eau, mais ils existent en abondance dans certaines eaux minérales. Les effets secondaires de la prise de bicarbonates se soldent par des nausées, génératrices de contre-performances spectaculaires. D'autres préparations tampons ont également été testées (formulation retard ou acide citrique). De grandes quantités de bicarbonate de soude peuvent entraîner des troubles gastro-intestinaux avec notamment des diarrhées. Un usage chronique peut provoquer un déséquilibre hydro-sodé. Le côté artificiel de la démarche doit cependant être mis en évidence car on dépasse largement les phénomènes naturels de régulation obtenus par l'entraînement et un régime alimentaire normal et sain. Il n'est pas exclu que ces procédés soient un jour interdit par le C.I.O. sous la rubrique des agents masquants, car il est connu que les carbonates permettent de bloquer l'élimination urinaire des bases telles les amphétamines, abaissant leur taux au dessous du seuil de détectabilité des laboratoires. Ces derniers d'ailleurs vérifient toujours le pH de l'urine soumise à dépistage avant de débuter l'analyse proprement dite.

Les acides aminés libres

Les acides aminés sont utilisés par l'organisme tant pour la synthèse des protéines, la neurotransmission, que la production énergétique. Les protéines alimentaires sont hydrolysées par les enzymes dans le tractus digestif et transformées en acides aminés qui passent alors dans le sang. Des acides aminés peuvent aussi être absorbés individuellement à partir de spécialités pharmaceutiques. Les acides aminés essentiels ne sont pas synthétisés dans l'organisme et doivent absolument provenir de l'alimentation, à la différence des acides aminés non essentiels, synthétisables par l'organisme.

L'absorption à partir de l'alimentation de quantités de protéines (animales et/ou végétales), recommandées quotidiennement, procure effectivement à l'organisme la ration nécessaire d'acides aminés essentiels (cf tableau 2). La consommation en grande quantité de protéines ou d'acides aminés par les sportifs repose sur la croyance que cette pratique augmenterait la masse musculaire et l'utilisation de l'énergie efficace, alors que d'autres encore prônent les acides aminés pour stimuler la libération de l'hormone de croissance. Les opinions sont partagées au sujet des besoins quotidiens en protéines nécessaires aux sportifs. Pour un sujet dont les besoins caloriques seraient supérieurs, il faudrait, mais uniquement dans le cadre d'un régime équilibré, lui majorer l'apport en protéines, en augmentant le total calorique. Pourtant, les sportifs ont souvent des régimes alimentaires déséquilibrés, avec des quantités particulièrement élevées en protéines, provenant de suppléments protéinés ou des mélanges d'acides aminés divers.

Les produits à base d'acides aminés ou d'hydrolysats de protéines fleurissent dans les “ fit-centers ” ou sur internet. On trouve aussi de nombreux encarts publicitaires dans les revues de musculation. D'origines diverses, ils sont considérés chez nous comme des produits diététiques. L'organisme parvient à mieux assimiler ces acides aminés sous forme libre et on parvient à jouer sur les proportions de façon à influencer sur différentes fonctions organiques. Par exemple, une

préparation riche en acides aminés ramifiés (leucine, isoleucine et valine) favorisera la synthèse protéique alors que la libération d'hormone de croissance sera influencée par un mélange riche en ornithine et/ ou arginine. Cependant, la prise régulière de ces produits n'est pas sans risques et l'histoire récente de la toxicité du tryptophane de synthèse (précurseur de la sérotonine) est exemplaire.

Tableau 2 : Besoins quotidiens en acides aminés essentiels (en mg par kilo de poids corporel)

Acide aminé	Adolescent	Homme	Femme
Histidine	-	-	-
Isoleucine	28	10-11	10
Leucine	49	11-14	13
Lysine	59	9-12	10
Méthionine/Cystéine	27	11-14	13
Phénylanaline/Tyrosine	27	14	13
Thréonine	34	6	7
Tryptophane	4	3	3
Valine	33	14	11

On n'a pas démontré une quelconque augmentation de l'endurance chez les sportifs ou chez les culturistes, par ailleurs en bonne santé, et s'alimentant de façon équilibrée par apport massif d'acides aminés. Par ailleurs, un tel apport peut entraîner une déshydratation, des crises de goutte, des troubles hépatiques, un excès de calciurie, voire des anomalies dans l'assimilation de nutriments. On a vu que certains suppléments nutritionnels proposés sur le marché et vantés pour leurs propriétés ergogènes par la publicité peuvent être contaminés par des bactéries pathogènes, quand il ne s'agit pas de déjections d'insectes ! Enfin, si les produits nutritionnels de type acides aminés ne sont pas interdits, beaucoup d'observateurs ont constaté qu'ils mènent souvent sur le chemin du dopage.

La carnitine

Chez l'homme, on trouve de la carnitine dans le cœur et les muscles squelettiques. Acide aminé non-protéique, la carnitine n'appartient pas non plus au groupe des vitamines. La carnitine est le co-enzyme d'un certain nombre d'enzymes, nommées cartinine-acyl-transférases, qui transportent les acides aminés à longue chaîne dans les mitochondries, facilitant le métabolisme des acides gras. La carnitine provient essentiellement de la viande rouge et de produits laitiers. Un steak de bœuf de 200 g apporterait près de 120 mg de L-carnitine à l'organisme. Les carences en carnitine se manifestent par une faiblesse musculaire progressive et une hypoglycémie intermittente qui répondent à une supplémentation en carnitine.

Extrapolant à partir de ces observations cliniques, des athlètes entraînés à l'endurance ont choisi de prendre des suppléments de carnitine pour augmenter leurs performances. Pourtant, aucune étude n'a fait la preuve d'un quelconque bénéfice pratique de cette usage et certains n'hésitent pas à classer ce produit au niveau de placebo. Ce qui n'empêche pas certains d'absorber plusieurs grammes de carnitine par jour, pendant plusieurs jours.. Or, les emballages contenant de la dl-carnitine, ou vitamine Bt, comportent les deux isomères de la carnitine. L'un de ces isomères, le dextrogyre, peut inhiber l'activité de l'isomère levogyre et provoquer un déficit en carnitine, caractérisé par une faiblesse musculaire. Il est donc important de vérifier que la préparation ne contienne que l'isomère levogyre ou L-carnitine.

Perspectives

L'Homme a de tout temps eu recours à des substances chimiques pour faire face à des situations particulières. Il n'est donc pas étonnant que la pratique du sport y soit incluse, permettant au

sujet d'obtenir des effets soit instantanés, soit retardés sur la performance, lui donnant un avantage sur ses adversaires. La frontière entre les ergogènes et les produits dopants est encore souvent floue ! La meilleure parade à une consommation sauvage et dangereuse de ces nutaliments est le recours à un discours qui conseille de rester dans les limites naturelles des quantités absorbées, telles qu'on observent avec une alimentation normale. La distinction entre le naturel et l'artificiel dépend alors plus du comportement des individus que de la nature des produits. Un concept que les suivis biologiques tout récemment introduits en France et par l'Union cycliste internationale pourraient prendre en compte.

Les jeunes sont particulièrement menacés par la tentation du dopage. L'adolescence est une période de la vie pendant laquelle les sujets développent leurs capacités physiques et intellectuelles pour faire face à l'adversité, négocier avec les différents facteurs de stress et les tentations associées aux événements de la vie. Alors que la plupart des adolescents utilisent au moins un produit défendu à un moment de leur vie, seule une minorité plongera dans la dépendance ou la toxicomanie. La notion d'exemple est aussi déterminante. Certains athlètes d'élite, le C.I.O. et les fédérations sportives internationales ont choisi de donner un message ferme sur l'interdiction de substances modifiant les performances sportives. Après toutes les révélations et compromissions de ces derniers mois, le message a-t-il toujours autant de valeur ; est-il vraiment compris par les jeunes ? Il est donc capital que le message du médecin de famille ou de l'entourage sanitaire du jeune sportif soit toujours et malgré tout clairement défini par rapport au dopage. Le principe énoncé par Mme Henkel est, à ce titre, exemplaire : nous devrions toujours militer en faveur d'une limitation de l'utilisation de substances pouvant modifier la physiologie normale de tout individu sain en dehors de toute pathologie.

Bibliographie et lectures complémentaires :

* 1 Laure P. (1995) Le dopage. PUF : Paris. 221 pp.

* 2 Bourgat M. (1999) Tout savoir sur le dopage. Favre : Lausanne. 170 pp.

* 3 Wadler G.-I. et Hainline B. (1993) L'athlète et le dopage, Drogues et médicaments. Vigot : Paris. 390 pp.

4 Graham T. (1997) The clinical pharmacology of sport and exercice, Elsevier : Amsterdam. 257 – 270.

5 Greenhaff P.L. Casey A., Short A.H., Harris R.C., Söderlund K. Et Hultman E. (1993) Influence of oral creatine supplementation on muscle torque during repeated bouts of maximal voluntary exercise in man. Clin. Sci. 84: 565-71.

6 Maughan R.J. (1995) Creatine supplementation and exercise performance. Tern. J. Sport Nutr. 5 :94-101.

Une zone grise dans le dopage des sportifs : les substances ergogènes.

Laurent Rivier, Dr. ès Sc.

Résumé :

Les produits qui modifient les performances sportives et qui ne figurent pas sur les listes des dopants représentent un marché de plus en plus considérable. Ce tour d'horizon décrit les plus importantes de ces substances ergogènes (créatine, caféine, bicarbonates, acides aminés libres et carnitine) en examinant le raisonnement tenu pour en justifier l'usage. La rationalité scientifique de leur emploi est hautement questionnable surtout dans l'optique d'une utilisation par les jeunes sportifs. De plus, la plupart des produits disponibles, qui souvent ne sont pas produits au travers des canaux de la chimie officielle, ne présentent pas une pureté garante de sécurité. Tous ces éléments permettent de conclure qu'un médecin ne devrait pas en recommander une quelconque utilisation.

Mots clé : zone grise, dopage sportif, substances ergogènes, pureté, toxicité

A grey zone of doping in sport : ergogenic substances

Laurent Rivier, PhD.

Abstract :

Many substances which can influence the physical performances in sport are not included within the official lists of forbidden compounds. This small review indicates for the most important ergogenic substances (creatine, caffeine, bicarbonates, free amino-acids and carnitine) the various claims justifying their absorption. The scientific rationality of their uses is questionable specially in view of the health of young athletes. Furthermore, the chemical purity of many of these chemicals is not warranted. It is concluded that any medical doctor shall not recommend the use of any of these ergogenic substances.

Key-words : grey zone, sport doping, ergogenic substances, purity, toxicity